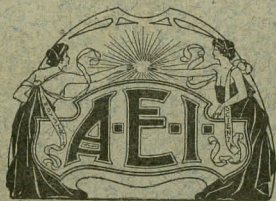
ASSOCIAZIONE ELETTROTECNICA ITALIANA

(Estratto dagli Atti)

Prof. A. GARBASSO

NECROLOGIA DI LORD KELVIN

MILANO

TIPO-LIT. REBESCHINI DI TURATI E C.

—

1908.

LORD KELVIN

Commemorazione tenuta nella Sede Centrale
dell'Associazione Elettrotecnica Italiana
dal Prof. Antonio Garbasso *la sera del 9 marzo 1908*

Quando Lord Kelvin morì, un collaboratore del *Daily Chronicle*, l'egregio signor C. W. Saleeby, dichiarava solennemente che i posteri porranno il suo nome accanto a quello di Newton e forse anche al disopra di quello di Edison.

Parlando a persone competenti non ho bisogno di avvertire come questo giudizio sia erroneo, per ciò che afferma e per ciò che concede.

Lord Kelvin non fu il più grande scienziato e nemmeno il più grande fisico del secolo decimonono. Un altro inglese, Carlo Darwin, ha esercitato senza dubbio una maggiore, se anche, dal punto di vista speculativo, meno invidiabile influenza sul pensiero contemporaneo; e pure nel campo ristretto della fisica Michele Faraday sta sopra al Nostro per la ricchezza dei trovati, e Helmholtz e Clausius e Maxwell lo superano per le facoltà creatrici o, più esattamente, poetiche dello spirito.

Non è il caso dunque di parlare di Newton, che rimane sempre il primissimo fra i primi, come filosofo e come uomo di scienza.

Ma il mettere Lord Kelvin, in forma di elogio, e con ammirazione dubitativa, al disopra dell'inventore americano, equivale a non comprendere quello, che è il suo titolo di gloria più puro: di avere recato ai problemi della pratica il sussidio incomparabile della teoria, di avere avuto in ogni caso il pensiero della soluzione migliore, senza curare se questa fosse ad un tempo la più strana o la più commerciale.

A voler trovare una figura, che possa stargli di fronte, bisogna porre in oblìo la nostra età di specialisti o, che fa lo stesso, di uomini incompleti, ed evocare in epoche lontane il nome e la gloria di Archimede Siracusano. Pari l'antico e il moderno nella sottigliezza dell'indagine matematica, pari nelle tendenze pratiche e nella sollecitudine del pubblico vantaggio.

* * *

William Thomson nacque a Belfast, in Irlanda, il 26 giugno 1824 da una famiglia di coltivatori. Il padre, James Thomson L. L. D., fu un curioso tipo di autodidatta; senza aver compiuto nessun corso regolare divenne insegnante di matematiche nel suo paese natale, e fu chiamato nel 1832 come professore all'Università di Glasgow. Un biografo inglese di Lord Kelvin approfittava di questa circostanza, per sillogizzare nel gravissimo *Times* contro la vanità della cultura ufficiale. Magro argomento, e che si potrebbe assai facilmente ritorcere, notando come più che quella del padre sia stata luminosa la carriera scientifica del figlio.

Il quale figlio fu immatricolato a Glasgow a dodici anni di età, e passò poi a Cambridge nel 1841.

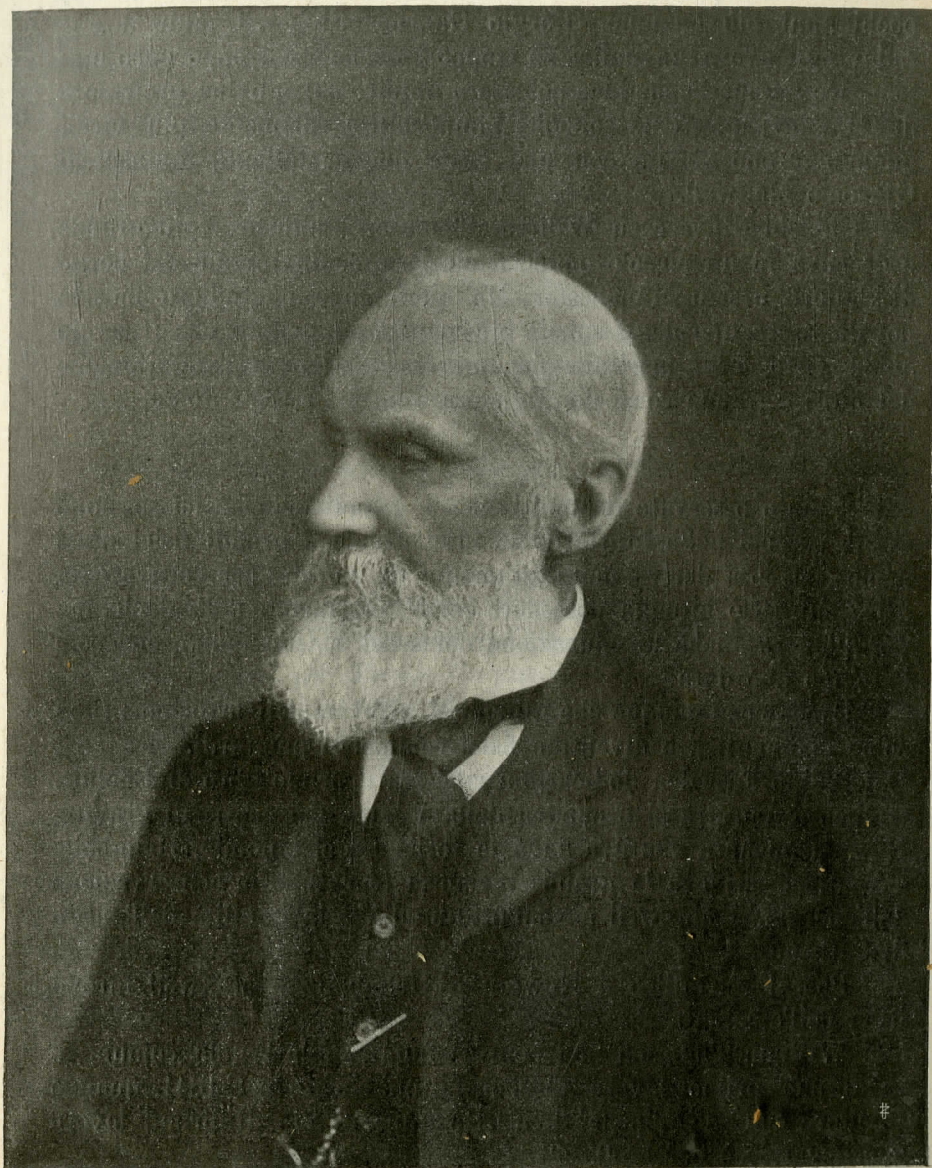
In quel tempo le discipline sperimentali non fiorivano in Inghilterra, e il Babbage, in un notevole saggio, parlava anzi apertamente della loro decadenza. Faraday solo, come successore di Humphry Davy, aveva un laboratorio alla Royal Institution, e cercava con le sue forze la sua strada.

William Thomson andò dunque a Parigi nel 1845 e lavorò sotto la guida di Regnault, che attendeva allora alle ricerche su le proprietà termiche dei vapori. Ma pochi mesi appresso egli tornava in patria per assumere la cattedra di fisica, o, come dicono newtonianamente gli inglesi, di filosofia naturale nell'università di Glasgow. Aveva appena ventidue anni.

La scienza non è rivoluzionaria, come piace a molti di figurarla, è anzi conservatrice nel senso migliore della parola; e i suoi cultori si trasmettono di mano in mano la fiaccola accesa, *sibi lampada tradunt.*

Nel caso nostro lo studio delle opere rivela facilmente quale fosse la educazione scientifica di Lord Kelvin. I grandi matematici francesi del principio del secolo dovettero essere i suoi iniziatori, e realmente, nelle prime pagine che egli pubblicò, i nomi di Fourier, di Poisson e di Lamé ricorrono quasi ad ogni passo.

Ma con la conoscenza dell'analisi egli riportava anche dai suoi anni di Cambridge il culto e il possesso della geometrica sintetica; da quasi tre secoli infatti i metodi intuitivi elegantissimi dei greci durano in fiore nel vecchio *college*, che vide la gloria insuperabile di Newton.

Non pare che tra i suoi conterranei nessun uomo di scienza

Kelvin July, 1906

abbia esercitato qualche azione notevole sul pensiero di Lord Kelvin, se si eccettua appena un altro matematico, irlandese come lui e di pochi anni più anziano, Giorgio Gabriele Stokes. Quanto a Faraday egli aveva un indirizzo troppo personale e troppo poco matematico perchè le sue idee potessero influire sul giovine professore di Glasgow; questi ne conobbe l'importanza solamente più tardi, quando furono vestite con una veste nuova, dall'alta fantasia di Giacomo Maxwell.

Chi ebbe invece su William Thomson l'influenza più grande e decisiva fu un piccolo omicciattolo oscuro, un birraio del borgo di Salford presso Manchester. Ma quel modesto studioso mostrò poi di essere uno degli spiriti più acuti e più geniali che il secolo abbia visto, e di meritare pienamente la stima e l'ammirazione del nostro grande consocio. Egli era James Prescott Joule.

***

È stato osservato da molti che i grandi matematici sogliono essere precoci nella loro attività intellettuale, i grandi fisici assai meno. La cosa deriva manifestamente da ciò che per coltivare la fisica sul serio bisogna possedere bensì l'istrumento del calcolo, ma raggiungere anche un'educazione dei sensi e della mano, che solo il tempo può dare.

E ne viene dunque che gli spiriti più completi lavorino prima come matematici, e diventino fisici solamente più tardi.

Biagio Pascal a dodici anni rifaceva il primo libro di Euclide, Galileo a ventitrè si occupava della ricerca dei centri di gravità, Newton anche a ventitrè dava la formola del binomio, Helmholtz a ventisei scriveva la grande memoria teorica su la conservazione dell'energia, e Maxwell a vent'otto studiava la stabilità dell'anello di Saturno.

Pascal e Galileo e Newton e Helmholtz e Maxwell furono fisici nell'età matura.

William Thomson non poteva sfuggire alla regola comune, e se il suo primo lavoro teorico fu pubblicato nel 1841, quando l'Autore contava appena diciasette anni di età, il primo lavoro sperimentale è del 1850.

Il grande ingegnere, il fondatore della elettrotecnica moderna, esordì con uno studio su la serie di Fourier. Egli si proponeva di stabilire i casi, nei quali una funzione si può rappresentare con una somma di soli seni o di soli coseni; e anche in appresso per assai tempo egli lavorò sui problemi che formano oggetto della *Théorie analytique de la chaleur*.

Questa celebre teoria si occupa, come è noto, in modo esclusivo dei fenomeni di conduzione, e si limita in fondo allo studio di una particolare equazione del secondo ordine alle derivate parziali, che va appunto sotto il nome di *equazione di Fourier*.

William Thomson ebbe l'intuito geniale di osservare fin da principio che l'importanza del problema era anche maggiore, che non potesse parere a prima vista.

Le leggi della propagazione del calore, e della diffusione dei liquidi e dei gas, e del movimento dell'elettricità nei conduttori, hanno infatti la medesima forma e il loro studio analitico si riconduce dunque allo studio dell'equazione di Fourier. L'incognita appena cambia di nome secondo i casi, chiamandosi di volta in volta temperatura, concentrazione o potenziale; e cambiano di nome le costanti. Ma le variabili restano sempre le stesse, le coordinate cioè ed il tempo.

Con un calcolo solo si risolvono così tre problemi diversi. Fortunata circostanza, che doveva porgere più tardi al nostro tecnico i mezzi già pronti per la trattazione teorica della telegrafia sottomarina.

Per il momento egli cercava di applicare i metodi di Fourier ad alcuni problemi di interesse geologico, e nella sua prolusione *De Motu Caloris per Terrae Corpus* (1846) stabiliva già i principî, che dovevano condurlo 16 anni più tardi a determinare l'età più probabile della terra abitata.

Quando si conosca il modo in cui varia la temperatura con la profondità, in vicinanza della superficie, e all'epoca presente, e si ricavi dall'osservazione la velocità con la quale si propagano dentro il terreno le onde termiche di un particolare periodo, si può infatti, con processi puramente analitici, calcolare la durata del raffreddamento e quindi l'epoca in cui la crosta terrestre si consolidò nell'aspetto attuale.

Pur troppo i dati dell'osservazione sono sempre scarsi, così che le costanti necessarie al calcolo numerico non possono stabilirsi con sicurezza. William Thomson assegnava come età più probabile della terra quella di cento milioni di anni.

Intanto le tendenze allo studio dei rapporti geometrici, che l'ambiente di Cambridge aveva sviluppato nel nostro Autore, lo portavano all'esame delle superfici isotermiche e alla considerazione dei sistemi tripli ortogonali.

Delle prime egli diede un'applicazione ingegnosa al calcolo delle figure di interferenza, che i cristalli biassici presentano fra

nicol incrociati; mentre lo studio profondo del teorema di Dupin, richiamando il suo interesse sopra le proprietà delle quadriche, gli suggeriva l'argomento per alcune ricerche importantissime, relative a queste superfici e alle loro linee di curvatura.

Pochi sanno ad esempio che la discussione dell'equazione generale di secondo grado fra tre coordinate, e la classificazione delle quadriche, furono date forse per la prima volta in modo completo e rigoroso da William Thomson, a ventun'anni di età [1].

Il lavoro, che consacrò la fama nascente del matematico irlandese, è posteriore di tre anni appena, e costituisce una prova anche più chiara della sua attitudine a cogliere, fra i viluppi complessi delle formole algebriche, il significato geometrico semplice e chiaro. Intendo parlare della classica memoria su le imagini elettriche.

Varii autori di grande nome, Poisson e Plana fra gli altri, avevano studiato il problema della distribuzione elettrica indotta da cariche esterne sopra la sfera conduttrice; avevano trovato la soluzione, ma non l'avevano *sentita*.

William Thomson la sentì, la vide, con una chiarezza ammirevole. Egli osservò infatti che, nel caso più semplice di un unico punto inducente, il potenziale generato all'esterno dalla carica indotta è quello stesso che sarebbe dovuto ad un unico punto, imagine del primo nel comune senso ottico della parola.

Quale semplicità portasse questa intuizione felice nello studio dei fenomeni elettrostatici, non ho bisogno di ricordare.

***

Per altre vie dobbiamo seguire adesso il nostro infaticabile Autore; nel 1848 egli cominciava infatti ad occuparsi di quistioni termodinamiche, e cominciava subito con un tratto personale, che dà la misura della piena maturità del suo ingegno.

Circa le basi teoriche di tale lavoro bisogna però fare una riserva.

Sebbene la prima nota di Robert Mayer sul principio della conservazione rimontasse al 1842 e la prima di Joule al 1843, sebbene la grande memoria di Helmholtz *Ueber die Erhaltung der Kraft* fosse venuta in luce nel 1847, e in quello stesso anno William Thomson avesse conosciuto personalmente il birraio di Salford al *meeting* dell'Associazione Britannica per il progresso

---

[1] La parte essenziale del resultato era già, veramente, in Eulero.

delle scienze, egli rimase fedele nella nota *Sopra una scala termometrira assoluta* alle vecchie idee di Carnot.

Sadi Carnot, il figliuolo oscuro del grande Lazzaro Carnot, nelle sue *Réflexions sur la puissance motrice du feu*, si era lasciato traviare dalle fallacie del ragionamento per analogia. È un processo del quale la fisica ha imparato da tempo a diffidare, e che le scienze naturali e sociologiche adoperano sempre con una sicurezza inconsapevole.

La cosa del resto si comprende bene, perchè solamente le considerazioni quantitative possono avvertirci dei limiti, entro i quali sussiste la validità di un dato modello. Quindi Maxwell ebbe delle idee chiare in proposito, e Stuart Mill non le aveva.

L'acqua passa per moto naturale dal livello più alto al più basso, e il calore scende spontaneamente dalla temperatura maggiore alla minore. Ma l'acqua cadendo può svolgere una certa quantità di energia, e anche il calore ne svolge nelle macchine termiche, mentre si trasporta dalla caldaia al refrigerante. Ora nel primo processo la quantità dell'agente rimane immutata, ed è naturale dunque, a chi ragioni per analogia, l'ammettere che anche la quantità del calore non cambi nel secondo fenomeno.

Questo aveva supposto Carnot, ed era giunto logicamente a concludere che l'energia sviluppata dall'unità di calore, scendendo, in un congegno termodinamico perfetto, dalla temperatura t_2 alla temperatura t_1, deve essere uguale alla differenza fra i valori che assume per gli argomenti t_2 e t_1 una determinata funzione della temperatura.

William Thomson, come ho detto, accettò da principio un tale punto di vista. Da sue affermazioni posteriori si ricava che egli non conosceva in quel tempo i lavori di Mayer e di Helmholtz, conosceva bensì quelli di Joule, ma non pare che ne fosse persuaso; o, per meglio dire, sembra che ne tirasse una conseguenza prudentemente unilaterale.

Egli osserva infatti:

" La trasformazione del calore in lavoro è impossibile secondo
" ogni probabilità, certo non fu dimostrata. Questa è almeno l'opi-
" nione di tutti coloro, o quasi, che si sono occupati dell'argomento.

" Il signor Joule di Manchester veramente è di contrario pa-
" rere, ma se egli ha fatto alcune osservazioni geniali sopra il
" calore svolto per attrito dai fluidi in movimento, ed alcune espe-
" rienze ben note sui fenomeni termici della corrente generata
" dalle macchine magneto-elettriche, non ha però addotto nessun
" esempio della trasformazione inversa.

" *Bisogna confessare ad ogni modo che vi sono sempre molti* " *lati oscuri in questa quistione fondamentalissima della filosofia* " *naturale* „.

Lavorando per il momento nell'ordine di idee preconizzato da Carnot, egli proponeva di scegliere come scala termometrica una scala tale che l'energia sviluppata dall'unità di calore, mentre cade dalla temperatura t_2 alla temperatura t_1, risultasse senz'altro proporzionale all'intervallo $t_2 - t_1$. La determinazione essendo per questa via indipendente dalla sostanza usata nel termometro, William Thomson presentava appunto la sua come una scala assoluta.

Nel 1850 venne in luce la grande memoria del Clausius *Ueber die bewegende Kraft der Wärme*, e la sua influenza, cui la dimestichezza col Joule aveva preparato le vie, fu decisiva per lo sviluppo ulteriore delle idee scientifiche del Thomson in questo campo.

Pochi mesi appresso (nel marzo del 51) egli presentava infatti alla Società Reale di Edimburgo un lavoro di notevole importanza, *On the dynamical Theory of Heat*, nel quale lavoro la nuova teoria si trova ordinata per la prima volta in corpo di dottrina.

Per la prima volta i due principî della termodinamica, nella loro forma definitiva, sono messi a base della trattazione e la temperatura assoluta assume il suo carattere analitico ben noto.

Clausius, rifacendo in qualche modo il ragionamento di Carnot, aveva dimostrato che quando un congegno termodinamico perfetto riceve la quantità Q_2 di calore alla temperatura t_2, e cede la quantità Q_1 alla temperatura t_1, il quoziente Q_2 / Q_1 deve essere uguale al rapporto dei valori, che una determinata funzione della temperatura assume per gli argomenti t_2 e t_1.

E Thomson sceglie adesso la scala termometrica per modo che risulti

$$Q_2 / Q_1 = t_2 / t_1 \ ;$$

e la temperatura assoluta diventa il divisore integrante del differenziale della quantità di calore.

La memoria, della quale ci occupiamo, contiene del resto molte altre cose, che appartengono in proprio al nostro Autore, e, più importanti fra tutte, le applicazioni della termodinamica ai fenomeni termoelettrici e piroelettrici. La teoria lo portava anche a prevedere una serie di resultati, che egli stesso verificò con l'esperienza più tardi, e che vanno sempre sotto il nome di *Effetto Thomson*.

Questo fu anzi il primo lavoro sperimentale di qualche im-

portanza, e fatto interamente di sua iniziativa; mentre aveva atteso qualche anno avanti, per compiacere al fratello (James Thomson), ad alcune esperienze su l'abbassamento del punto di gelo, prodotto nell'acqua dall'aumentare della pressione, e insieme al Joule aveva studiato certi processi irreversibili nei gas.

Così, a poco a poco, con lo studio dei concetti teorici, e con l'esame dei fatti sperimentali, le idee del nostro Autore si andavano rischiarando, e non rimanevano lati oscuri per lui in quel problema di filosofia naturale, che lo aveva arrestato da principio.

La nuova dottrina gli apparve dunque, come era consuetudine del suo felice ingegno, in una forma intuitiva e sintetica, e il secondo principio della termodinamica, che serbava presso Clausius l'aspetto di un teorema di analisi, divenne il principio della degradazione dell'energia.

William Thomson vide infatti, per la diseguaglianza che regge i fenomeni irreversibili, le varie forme di energia ridursi a poco a poco in entità sempre meno trasformabili, e passare in calore, e il calore tendere da ultimo nel sistema libero all'equilibrio della temperatura.

E la fisica moderna acquistava per l'opera di un giovine di ventotto anni la proposizione sua più bella e di maggiore portata filosofica.

*
* *

Il desiderio di seguire nel loro svolgimento graduale le idee di William Thomson su la termodinamica, mi ha obbligato a tralasciare fino a questo punto le ricerche relative al magnetismo e all'elettricità; di queste dobbiamo occuparci ora di proposito.

Ma qui il mio compito diviene anche più difficile, perchè la somma dei suoi lavori è tanto grande e notevole, così dal punto di vista sostanziale, come dal punto di vista puramente didattico ed estetico, che il darne un'idea anche pallida e vaga riesce opera grave.

Quando William Thomson incominciò la sua carriera scientifica la scienza dell'elettricità appariva sempre bambina.

Pochi concetti fondamentali avevano trovato una definizione sicura: quantità, intensità, resistenza, potenziale, e poche grandezze si sapevano misurare.

Dieci anni avanti, nel novembre del 1831, Faraday aveva osservato i primi fenomeni di induzione; ma solamente nel 1845 un professore di mineralogia dell'Università di Königsberg, Fran-

cesco Neumann, doveva darne l'interpretazione matematica, nella forma che anche adesso teniamo per buona.

Quanto all'elettrotecnica, un ramo appena era nato, quello della telegrafia. Era nato con la prima linea di poche decine di metri, che nel 1833 aveva congiunto a Göttingen l'Osservatorio di Gauss e il Gabinetto di Weber; e l'esempio rimase isolato fino al 1844, quando Morse stabilì il collegamento fra Washington e Baltimora.

Il campo era vasto dunque, e appena dissodato, e attendeva la semina e la raccolta.

Nelle ricerche su le imagini elettriche William Thomson è ancora un semplice geometra; in quelle che seguirono di poco su l'equilibrio dei corpi magnetici egli comincia invece a sentire di preferenza il lato fisico dei problemi.

Da principio veramente le idee di Poisson lo dominano ancora, ma quasi subito il suo pensiero si libera dalle forme convenzionali. Nozioni nuove: la permeabilità, la suscettibilità, fisicamente concepite, quantitativamente determinate, riducono la teoria ad un aspetto più vivo e più vicino alla natura delle cose. Poco appresso la preoccupazione energetica, che gli veniva dalla consuetudine della termodinamica, suggerisce a William Thomson i concetti dell'energia elettrica e dell'energia magnetica: egli insegna a definirli e a calcolarli.

Ma fa anche di più. Scrive per la prima volta la legge della scarica in un circuito fornito di induzione e di capacità, vede chiaramente che l'energia elettrica ha carattere potenziale e l'energia magnetica ha carattere cinetico, intuisce insomma, in un caso particolare, quella che doveva essere la scoperta più geniale di Maxwell, la riduzione dell'elettrodinamica alle equazioni di Lagrange.

Enrico Hertz ha osservato che le formole algebriche sembrano vivere in qualche modo di una loro vita particolare, sembrano contenere alle volte assai più cose che il matematico non vi abbia chiuso o creduto di chiudere.

Raramente il concetto del fisico tedesco apparve più vero che nel caso nostro attuale. William Thomson deduceva infatti dalla sua equazione la possibilità delle scariche alternative, e ne determinava le leggi; sei anni avanti che Feddersen ne riconoscesse l'esistenza con il metodo degli specchi, trentacinque anni avanti che Hertz portasse a termine le esperienze sui raggi di forza elettrica.

*
* *

Nel 1851 Crampton affondò il cavo fra la Francia e l'Inghilterra; e dopo questo saggio fortunato la tecnica della telegrafia sottomarina andava mano a mano svolgendosi. Si manifestavano però dei fenomeni nuovi, che parvero inesplicabili ai primi osservatori.

Wheatstone aveva determinato fin dal 1834 la velocità delle perturbazioni elettriche in un filo di rame teso nell'aria, trovandola prossima alla velocità della luce.

Ora invece i segnali giungevano per le nuove linee con una lentezza grande e capricciosa, che variava senza alcuna regola evidente da caso a caso.

Malgrado questo un ingegnere americano, Cyrus Field, concepì il progetto ardito di collegare col filo telegrafico l'Europa e l'America. Se ne fece un gran discorrere per assai tempo, e nel 1853 un fisico francese di bella fama, Babinet, scriveva in proposito: " On a beaucoup parlé de l'intention où étaient les Etats-Unis de " traverser l'Atlantique par un câble de 5000 kilomètres.... Je ne " puis regarder ces idées comme sérieuses ".

Insegna il calcolo delle probabilità che il mestiere del profeta è pericoloso, ma stabilisce il suo resultato partendo dalla premessa che tutti gli avvenimenti considerati siano egualmente probabili. L'arte della profezia diventa invece legittima, matematicamente legittima, quando fra i casi possibili uno solo risponda a certe esigenze particolari, e sia per esempio la conseguenza logica di qualche proposizione sperimentalmente accertata. William Thomson aveva ben netta l'idea di questo modo più sicuro di profetare.

Egli cominciò intanto dallo stabilire che il cavo, per essere affondato nell'acqua, funziona appunto come un condensatore, e insegnò a calcolarne la capacità. Con l'impiego poi delle formole di Fourier dedusse molto semplicemente, in due lettere al professore Stokes (1854), le leggi della propagazione per un impulso istantaneo.

Egli trovava che il tempo necessario, perchè l'impulso giunga alla distanza x dall'estremo del cavo, è dato da

$$t = \frac{k\,c\,x^2}{6},$$

dove k è la resistenza e c la capacità per unità di lunghezza.

La formola dice intanto che, a parità dell'altre circostanze,

la velocità media $x/t = 6/k\,c\,x$ deve essere tanto più piccola quanto maggiore è l'intervallo fra le due stazioni, con che si spiegavano i resultati discrepanti ricavati dalle varie misure. Ma la formola contiene ancora tutto un programma di lavoro. Per rendere la trasmissione più rapida si dovrà infatti diminuire la k e la c, per renderla più chiara bisognerà d'altra parte aumentare la delicatezza degli strumenti ricevitori.

La k, resistenza dell'unità di lunghezza, dipende a sua volta dalle dimensioni trasversali del filo e dalla resistenza specifica. Dovremo quindi anzitutto, nei limiti concessi dalla praticità dell'impresa, ingrandire il diametro del conduttore; ma questo può produrre un incremento della c, e ritardare per altra via la speditezza della trasmissione.

William Thomson fa vedere che la costante c è funzione solamente del rapporto fra i raggi dell'involucro isolante, e basterà dunque aumentare in proporzione lo spessore dello strato dielettrico, perchè la capacità serbi sempre la sua prima misura.

Resta la quistione della resistenza specifica, e il nostro fisico istituisce una lunga serie di esperimenti, con i quali dimostra per la prima volta l'influenza che le piccole impurità possono esercitare sul comportamento elettrico del rame. E poichè le misure non danno sufficiente garanzia di esattezza con l'antico apparecchio di Wheatstone, William Thomson inventa il ponte doppio.

Per rendere la trasmissione più facile sopprime il ricevitore ordinario, inventa il galvanometro a specchio.

Così la grande impresa trovava i mezzi al suo compimento.

Dopo un primo effimero resultato, un cavo più perfetto fu immerso nel 1865, ma durante la posa andò rotto. L'anno di poi la prova riuscì e il 27 luglio i due continenti erano congiunti insieme.

Il maggiore artefice del mirabile successo fu creato baronetto, ed assunse il nome di Sir William Thomson, che nei nostri anni di studio abbiamo appreso ad amare.

***

Egli riceveva così dal governo del suo paese quello stesso segno di onore, che si dà in Inghilterra agli attori più in voga e agli uomini politici di secondo ordine. Non altrimenti Napoleone Bonaparte aveva fregiato del titolo di conte Gaspare Monge e Giuseppe Fourier e Alessandro Volta e i meno abili dei suoi funzionarii.

La storia farà giustizia di queste promiscuità.

Dirà la storia che William Thomson, in quei pochi anni di lavoro fecondo, fece da solo, per la prosperità, per la sicurezza, e per la fama della vecchia Inghilterra, più che non abbiano fatto nei secoli la prudenza sottile degli uomini di Stato, e la furia amica degli elementi, e la tenacia indomabile dei grandi navigatori.

***

William Thomson non si disinteressò anche nel seguito dei problemi relativi alla tecnica della telegrafia sottomarina. Il galvanometro a specchio, malgrado le sue doti di alta sensibilità, aveva però l'inconveniente di non serbare traccia delle indicazioni ricevute; egli imaginò dunque, e fece brevettare nel 1867, il *syphon recorder*, piccolo capolavoro, che in trent'anni non ha trovato rivali. È un apparecchio notevole del resto anche dal punto di vista puramente fisico, come quello che contiene in germe il principio del galvanometro Deprez-D'Arsonval.

Da questi lavori di indole tecnica doveva originarsi più tardi una scoperta di maggiore portata scientifica.

Fin dalle sue prime ricerche teoriche su la trasmissione dei segnali, aveva osservato il Thomson che le correnti alternative obbediscono a leggi particolari, avanzando nel cavo con una velocità, che rimane nettamente costante. E lo studio di quelle correnti e dei fenomeni cui danno luogo lo occupò ancora per molto tempo, fino alla bella memoria, nella quale furono stabilite in modo completo e con applicazioni numeriche le leggi dello *skin-effect.*

***

Questo, di tradurre i calcoli in numeri o in diagrammi rappresentativi, fu infatti un pensiero costante di William Thomson; egli soleva dire che un fenomeno non si conosce bene se non si sa misurare, ed è veramente deplorevole che il suo concetto non abbia trovato un più largo consenso di seguaci.

La scienza vera è in realtà *lo studio quantitativo di fatti riproducibili*; per averlo dimenticato abbiamo attribuito troppo spesso un valore a concetti che non ne avevano punto. Se quei concetti, e i metodi insieme cui si informavano, sono presso al fallimento, non vi è che da rallegrarsene: le ombre fanno risaltare anche meglio la luce.

William Thomson, cresciuto a buona scuola, e guidato dalla guida sicura del suo ingegno, mostrò sempre un grande interesse per tutte le quistioni relative agli strumenti e ai metodi di misura.

Non è da stupire dunque se giovine ancora egli proponeva un processo per la determinazione in unità assolute della forza elettromotrice e della resistenza ohmica (1851), se descriveva più tardi un metodo ingegnoso per la misura dell'intensità.

Fece anche, da solo e con parecchî allievi, una serie di ricerche con lo scopo di determinare il rapporto v, che intercede fra l'unità elettromagnetica e l'unità elettrostatica di intensità di corrente.

Questa celebre costante, che per l'opera di Maxwell assunse un'importanza fisica e filosofica così grande, divenendo un'espressione teorica della velocità della luce, era stata dedotta la prima volta da Weber e Kohlrausch (nel 1856) con misure di quantità. William Thomson la ricavò invece confrontando i valori che una medesima forza elettromotrice assume nei due sistemi; egli si serviva per la misura elettrostatica di un istrumento appositamente costruito (1867), che rimase nel seguito come un tipo insuperabile di concetto semplice e di esecuzione perfetta. Ho caratterizzato senza nominarlo l'elettrometro assoluto. Questo congegno elegantissimo, in cui le forze elettriche sono ridotte, per un confronto immediato, alla forza-tipo del peso, basterebbe da solo, e non fosse che con l'artifizio dell'anello di guardia, a mettere in luce le attitudini singolari di sperimentatore e di matematico che il Thomson aveva.

La stessa idea, della riduzione diretta ai pesi equivalenti, riappare nella bilancia elettrodinamica, strumento meno pratico forse e meno comodo dell' elettrometro assoluto, ma quasi altrettanto geniale.

Del resto William Thomson si è reso benemerito delle misure elettriche e dell'arte del misurare in genere, spiegando anche in altro campo un'attività meravigliosa. Fu per sua proposta infatti che l'Associazione Britannica elesse nel 1861 il celebre Comitato, al quale dobbiamo il sistema C. G. S., e ai lavori di Clerk Maxwell, Balfour Stewart e Fleeming Jenkin egli recò sempre il suo valido aiuto.

*
* *

Si crede da molti che fra l'opera dello scienziato e quella del poeta e dell'artista interceda una differenza essenziale; che le doti caratteristiche dell'uno e degli altri siano fondamentalmente diverse. È un concetto erroneo, e deriva senza dubbio dal fatto che pochi sono in grado di gustare nell'originale le bellezze del pensiero

puro, mentre tutti sentiamo in qualche misura la seduzione di un'opera d'arte.

Forse, sarebbe più esatto dire che l'uomo di scienza è di quegli altri un fratello meno anziano, ma un fratello che serba inalterato il tipo di famiglia. Vi è tanta dovizia di fantasia e tanta ala di genio propriamente poetico nella teoria elettromagnetica della luce, quanta ve ne può essere nel mormorio della foresta o in una tragedia di Shakespeare.

William Thomson, che abbiamo visto occupato per lunghi anni nello studio di problemi fisici, e di quistioni che interessano anzi la tecnica, rivelò in altri campi quelle facoltà più alte del suo ingegno. Egli portava del resto nelle nuove indagini il particolare spirito di esattezza e, direi, di rettitudine, che nasce appunto dal commercio quotidiano con le cose della pratica. E anche seguiva le tradizioni del suo nobile paese.

Isacco Newton è classificato, nei manuali di Fisica ad uso della gioventù, come il creatore della teoria dell'emissione della luce; i suoi interpreti tardivi non sanno che egli coltivò con altrettanto zelo l'ipotesi delle ondulazioni, che determinò anzi in numeri le forze elastiche dell'etere luminoso.

Furono probabilmente delle difficoltà di ordine analitico, che l'indussero a svolgere di preferenza la prima dottrina, per la quale bastavano le equazioni differenziali ordinarie, dove l'altra esigeva l'impiego delle equazioni alle derivate parziali.

Lo stesso illuminato ecclettismo si riscontra nelle ricerche teoriche del Thomson, abbiano esse ad oggetto la natura dell'etere, o l'essenza delle forze magnetiche, o la costituzione della materia ponderale.

In un suo primo lavoro sull'etere questa entità fittizia è uguagliata in tutto ai corpi elastici ordinarii; dalla conoscenza della energia contenuta in un miglio cubo di luce solare egli deduce la densità più probabile del mezzo. Ma in un'altra memoria la struttura dell'etere cambia, e William Thomson imagina la nozione originale del sistema girostatico adinamico. Così per le forze magnetiche, la cui essenza è ricondotta secondo i casi alle proprietà elastiche di un mezzo particolare, o illustrata col confronto dei moti nei liquidi vischiosi.

Così ancora per la struttura della materia ponderale. Sotto l'influenza dei lavori di Helmholtz, relativi al movimento dei vortici, William Thomson aveva infatti suggerito che gli atomi dei corpi fossero vortici nell'etere, ed aveva commentato la sua idea

con una serie di considerazioni ingegnose. Negli ultimi anni egli accetta invece le teorie più recenti su la natura elettrica della materia, e propone uno schema, che prevede ed illustra i fenomeni di radioattività.

Nasceva senza dubbio questa singolare attitudine equanime del nostro filosofo da un'idea ben chiara di ciò che deve essere l'ufficio logico delle teorie, ma prendeva anche vigore da quella, che un biografo inglese ha chiamato la sua *splendida modestia.*

Tutti coloro, che ebbero la fortuna di avvicinarlo, attestano infatti che in lui le doti dell'animo erano pari alle doti altissime dello spirito.

E non valse a mutarlo l'ammirazione unanime del mondo civile. Socio della Società Reale e poi Presidente, come era stato a suo tempo Isacco Newton, Socio straniero dell'Istituto di Francia, dell'Accademia di Berlino e dell'Accademia dei Lincei, Presidente della Società inglese degli Ingegneri Elettricisti, egli fu anche, per una geniale iniziativa dell'Ing. Jona, il solo socio onorario dell'Associazione Elettrotecnica Italiana.

Nel 1892, con un esempio nuovo per gli uomini di scienza, fu ammesso alla Camera dei Lords, e divenne, sotto il titolo di Baron Kelvin of Largs, l'ultimo barone della Parìa inglese.

Nel 1899 egli lasciava l'Università di Glasgow, dopo un'attività ininterrotta di 53 anni, domandando al Senato Universitario di essere immatricolato come *research student.*

Lord Kelvin morì il 17 dicembre ultimo e fu sepolto a Westminster; nell'abbazia gotica, meglio che nella camera alta, egli ha trovato finalmente i suoi pari.

Egli lascia un largo rimpianto, ma lascia anche un esempio luminoso, ed un monito che dobbiamo meditare.

*
* *

I popoli di razza anglosassone nel concetto comune sono freddi e positivi e semplici e rudi, e solleciti appena delle cose materiali. Opinione diffusa, senza dubbio, ma falsa, come suole avvenire delle opinioni diffuse, che traggono la forza del convincere da un esame incompleto del problema.

Le genti straniere ci appariscono in realtà secondo un loro tipo medio, e il tipo medio è vicino alli uomini piccoli, che sono il maggior numero.

Ma nelle isole fortunate i piccoli sanno ridurre gli ideali nella

misura delle forze; onde risulta la pace e la prosperità del paese e la poca stima dei mediocri lontani.

Questo non impedisce agli spiriti più degni di levare le forze all'altezza degli ideali, e il popolo dei mercanti genera allora la luce di Shakespeare e il pensiero di Newton.

La fede anzi nei destini ultimi dell'umanità, e la visione magnifica della città futura, in nessun luogo ebbero un culto più appassionato di credenti e un entusiasmo più vivo di apostoli, che nella vecchia calcolatrice Inghilterra.

Da Tomaso Moro, che nell'isola di Utopia instaurava la republica del divino Platone, dai Puritani, che fuggendo la tirannia dei re Stuardi cercavano di là dai mari la Gerusalemme promessa, da Isacco Newton, che negli anni infecondi dell'ultima vecchiezza commentava l'Apocalissi del veggente di Patmo, e giù giù per la fuga faticosa dei secoli fino ai moderni pensatori ed artisti e alle opere loro, fino alle *Anticipazioni* profetiche del Wells, fino al sogno collettivistico del Bellamy e al sogno anarchico del Morris, è tutta una fioritura perenne delle antiche fantasie millenarie.

Questi ricordi giova rinnovare mentre commemoriamo il grande morto della stirpe anglosassone; l'uomo del pensiero e dell'azione dà la mano ai poeti e una parte dei sogni si avvera per l'opera sua.

Quando William Thomson gittò il cavo fra l'Europa e l'America è fama che la regina Vittoria telegrafasse la prima volta un versetto del Vangelo " gloria a Dio nei cieli e pace su la terra agli uomini di buona volontà ". Nessuno più di lui era degno di ricevere il saluto augurale, perchè nessuno era degno come lui di impersonare gli uomini dalla volontà buona, diretta con scienza e coscienza alla meta degli ideali comuni.

Noi sentiamo tutti il disagio dell'ora presente, e affrettiamo coi voti un avvenire migliore; ma nella ricerca dei mezzi siamo fuorviati troppo spesso da due pregiudizii infecondi: il pregiudizio barbarico e il pregiudizio giuridico. Il primo è degli uomini incolti, il secondo è degli uomini a coltura letteraria e formale; quelli vedono la salute nella violenza dell'atto, questi nel meccanismo artificioso delle riforme legislative. E gli uni e gli altri ignorano quelle leggi più vere e incrollabili, che governano, come ogni fenomeno, ancora le sorti delle umane società.

Per cambiare gli uomini bisogna prima cambiare l'ambiente, in cui gli uomini vivono. Bisogna, in altre parole, recare su la terra una copia maggiore di ricchezza, di coltura e di idealità.

Questo non possono fare i bruti violenti e non possono fare

nemmeno i retori legiferatori. Possono farlo invece i tecnici e gli uomini di scienza, e lo faranno anzi dei tecnici, che siano ad un tempo uomini di scienza.

L'avvenire è vostro, o colleghi, perchè tocca a voi preparare l'avvenire.

L'esempio di Lord Kelvin vi starà dinanzi come un tipo ideale: egli fu il più grande ingegnere, che è quanto dire la personalità più completa del secolo decimonono.

Voi leverete alto il suo nome, come uno stendardo, nella buona battaglia, onde gli umani giungano una volta alla terra sognata di Utopia, preconizzando la città futura, il regno della pace, della giustizia e della libertà.